الباب الثاني

الذرات والجزيئات

التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية

الذرات

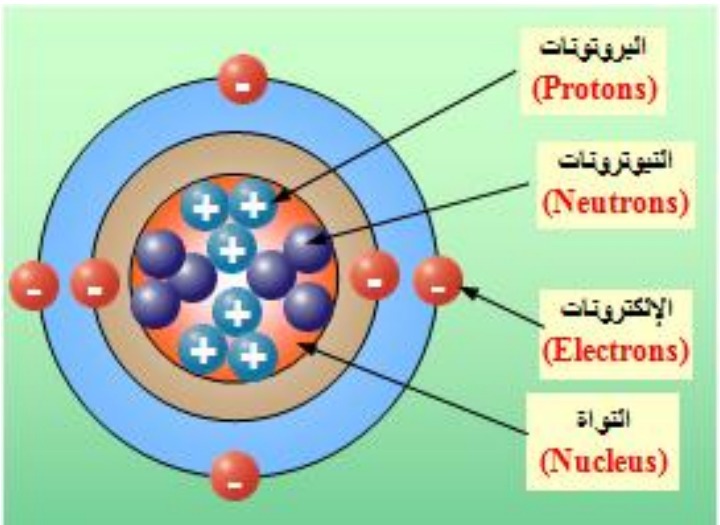
تركيب الذرة:

- الذرة **أصغر وحدة** تدخل في تركيب أي عنصر كيميائي، وقد اقترح عالم الفيزياء نيلس بور سنة ١٩١٣م نموذج لتركيب الذرة.
- ذرات العناصر هي **أبسط مكونات** جسم الكائن الحي.

تتركب الذرة من:

١- **نواة**: تحتوي علي عدد متساوي من البروتونات (ذات شحنة موجبة) والنيترونات (ذات شحنة متعادلة أو عديمة الشحنة).

٢- **إلكترونات** (ذات شحنة سالبة): تدور حول النواة في مدارات ثابتة.



- تعرف المدارات الثابتة **بمستويات الطاقة** ويصل عدد تلك المستويات إلى ٨ **مستويات** كحد اقصي.
- تختلف ذرات العناصر عن بعضها البعض في عدد البروتونات والإلكترونات.

العناصر الضرورية للحياة: (Essential elements)

توجد في أي كائن حي وتتمثل في ٦ عناصر هي الكربون – الهيدروجين – الأكسجين – النيتروجين – الفوسفور – الكبريت.

العناصر الضرورية	نسبة وجودها في جسم الإنسان	الأهمية الحيوية
الكربون C	١٨ %	العنصر الأساسي في تركيب جميع الجزيئات العضوية
الهيدروجين H	١٠ %	مكون أساسي في تركيب الماء ومعظم الجزيئات العضوية
الأكسجين O	٦٥ %	ضروري للتنفس الخلوي ومكون أساسي في تركيب الماء ومعظم الجزيئات العضوية
النيتروجين N	٣ %	يدخل في تركيب جميع البروتينات والأحماض النووية
الفوسفور P	١ %	من مكونات الأحماض النووية وعنصر تركيبي في العظام وهام في تحويل الطاقة
الكبريت S	٠,٣ %	يدخل في تركيب معظم البروتينات

العناصر المتفاوتة الوجود: (Variable elements)

- هي العناصر التي تدخل في تكوين اجسام الكائنات الحية ولكنها تتفاوت (تختلف) في نسب وجودها من كائن إلى آخر.
- توجد في شكل أملاح ذائبة وهي: الصوديوم – البوتاسيوم – الكالسيوم – الماغنيسيوم – الكلور – الحديد .

العناصر المتفاوتة الوجود	نسبة وجودها في جسم الإنسان	الأهمية الحيوية
الصوديوم Na	٠,٢ %	أيون موجب رئيسي له دور هام في حفظ توازن السوائل داخل وخارج الخلية وعنصر أساسي في توصيل التيارات العصبية
البوتاسيوم K	٠,٤ %	أيون موجب رئيسي يوجد داخل الخلايا وله دور هام في الوظائف العصبية وانقباض العضلات
الكالسيوم Ca	١,٥ %	عنصر تركيبي في العظام والأسنان وفي جدر الخلايا النباتية كما أن له دور هام في توصيل التيارات العصبية وتجلط الدم
الماغنيسيوم Mg	٠,١ %	عنصر ضروري في الدم وأنسجة الجسم وفي العديد من الإنزيمات وفي الكلوروفيل
الكلور Cl	٠,١ %	أيون سالب له دور هام في حفظ توازن السوائل داخل وخارج الخلية
الحديد Fe	بنسب قليلة	يدخل في تكوين الهيموجلوبين والميوجلوبين وبعض الإنزيمات

العناصر النادرة (الآثار الفلزية): (Trace elements)

- مجموعة من العناصر التي تدخل في تكوين أجسام الكائنات الحية بنسب ضئيلة جدا وقد توجد في كائنات معينة دون الأخرى ومنها: اليود – الفلور – الزنك – المنجنيز – السليكون – النحاس.

العناصر النادرة	الأهمية الحيوية
اليود	يدخل في تركيب هرمونات الغدة الدرقية
الفلور	يدخل في تركيب العظام والأسنان ويساعد على مقاومة الترسبات الجيرية على الأسنان
الزنك	عنصر محفز للعديد من الإنزيمات
المنجنيز	يعمل على تنشيط إنزيمات معينة
السليكون	تتطلب وجوده بعض الإنزيمات في كريات الدم الحمراء
النحاس	مرافق إنزيمي لبعض الإنزيمات

الجزيئات (المركبات)

- **جزيئات غير عضوية**: مثل الماء – الأملاح – الاحماض – القواعد.
- **جزيئات عضوية**: مثل الكربوهيدرات (السكريات)– البروتينات– الدهون (اللبيدات) – الأحماض النووية – الإنزيمات.

الجدول الآتي يبين متوسط النسب المئوية للجزئيات المختلفة التي تدخل في تركيب أجسام الكائنات الحية:

الجزيء	النسبة المئوية
الماء	٨٠ %
البروتينات	١٥ %
الدهون	٣ %
الكربوهيدرات- الأحماض النووية الأيونات ومواد أخرى	١ %
أملاح غير عضوية	١ %

الجزيئات غير العضوية

١ - الماء: (H_2O)

- هو مركب أساسي في تكوين جسم الكائن الحي.
- للماء صفات تجعل له وظائف عديدة يتوقف عليها حياة الكائنات كلها.
- يوجد الهيدروجين والأكسجين فيه بنسبة ٢ هيدروجين : ١ أكسجين.

٢ - الاحماض والقواعد والأملاح:

- الاحماض والقواعد والأملاح تعتبر من أهم الجزيئات غير العضوية اللازمة لحياة الخلية.
- تلعب الاحماض دورا هاما في امداد الخلية بأيونات الهيدروجين الموجبة H^+ والتي تساعد علي جعل الوسط حامضي.
- تلعب القواعد دورا هاما في امداد الخلية بأيونات الهيدروكسيل السالبة OH^- والتي تساعد علي جعل الوسط قاعدي.
- تلعب الاملاح دورا هاما للخلية من حيث توفير الايونات الموجبة والسالبة التي تؤثر علي الضغط الاسموزي ونشاط الخلية.
- تعزى صلابة العظام إلى ما يترسب فيها من املاح فوسفات الكالسيوم.

الجزيئات غير العضوية: خصائص الماء

للماء صفات تؤدى وظائف عديدة يتوقف عليها جريان الحياة. وفيما يلي أهم هذه الصفات:

أ- السعة الحرارية (Heat Capacity)

- هي مقدرة الماء على امتصاص كميات كبيرة من الحرارة.
- هذه الصفة تساعد الكائن الحي على منع التغيرات الشديدة في درجة حرارته.
- السعه الحرارية العالية للماء تعمل على امتصاص الحرارة المتصاعدة من التفاعلات الكيميائية.

ب- الحرارة الكامنة للتبخر (Latent Heat of Evaporation)

- هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل المادة من الصورة السائلة إلى الصورة الغازية.
- الحرارة الكامنة للماء تفوق في مقدارها ما يلزم أي سائل آخر للتحول من الصورة السائلة إلى الصورة الغازية.
- الحرارة الناتجة من التفاعلات الكيميائية يتم امتصاص بعض منها بواسطة الماء بقدر ما يناسب سعته الحرارية.
- تبخير الماء من الكائن الحي على هيئة عرق كما يحدث في الثدييات يؤدي الى خفض درجة حرارة الجسم.
- كل من السعه الحرارية والحرارة الكامنة تجعلا الماء منظما لحرارة جسم الكائن الحي.

الجزيئات غير العضوية: خصائص الماء

ج - التوتر السطحي (Surface Tension)

- هي انكماش مساحة السطح الخارجي للسائل إلى أقصى حد ممكن من الصغر نتيجة لانجذاب والتصاق جزيئات السائل إلى بعضها البعض.
- التوتر السطحي للماء يفوق في مقداره التوتر السطحي لأي سائل آخر.
- هذه الخاصية توفر للخلية جوا ملائما لجريان كثير من التفاعلات الكيميائية التي تجرى عند سطحها.
- كما تعمل على تنظيم تكون النقاط إذ أن النقطة تتكون بفعل انكماش مساحة السطح الخارجي للسائل إلى أقصى حد ممكن من الصغر.

الجزيئات غير العضوية: خصائص الماء

د - التمدد الحراري (Thermal Expansion)

- ونعني بها العلاقة بين كثافة السائل ودرجة الحرارة.
- كلما زدنا في تسخين سائل ما فان كثافته تقل وكلما بردنا السائل تزداد كثافته.

التبريد ازدياد كثافة السائل. التسخين نقصان كثافة السائل

- الماء يشذ في تمدده بالحرارة عن باقي السوائل.

كلما برد الماء تزداد كثافته ولكن عند تبريد الماء تحت درجة حرارة ٤ °م فان كثافته تأخذ في النقصان بدلا من الزيادة كما هو متوقع:

تبريد الماء حتى ٤ °م ازدياد كثافته

تبريد الماء تحت ٤ °م نقصان كثافته

- ولذلك نلاحظ أن كتل الجليد الضخمة تطفو فوق سطح الماء.
- هذه الظاهرة تجعل الحياة ممكنة عند القطب الشمالي والجنوبي وجميع المناطق المشابهة في مناخها.

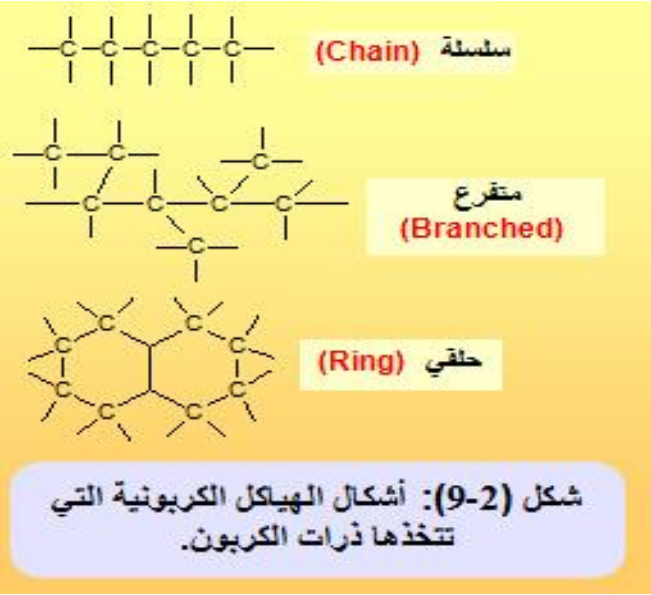
الجزيئات غير العضوية: خصائص الماء

هـ - قوة الإذابة (Dissolving Power)

- هي قدرة الماء على إذابة المواد المختلفة فيه وهي تفوق أي سائل آخر.
- الماء يعتبر مذيب مثالي لمعظم المواد التي توجد في جسم الكائن الحي مما يؤدى إلى انتشارها وانتقالها من مكان لآخر داخل الخلية وخارجها.
- القدرة الفائقة في الإذابة سببها القطبية الثنائية لجزيئات الماء فجزيء الماء يوجد على صورة متأينة حيث ان ذرات الهيدروجين تكون موجبة وذرات الأكسجين تكون سالبة مما يجعل ذرات العناصر الاخرى تنجذب نحوها.
- الماء يدخل في كثير من التفاعلات الكيمائية إما باشتراك أحد عنصريه في التفاعل أو كمذيب.
- الماء مصدر أساسي للأكسجين في عمليات هامة مثل التمثيل الضوئي والتنفس.
- الماء محلول متعادل (pH= 7) مما يجعله مناسب مع النظام الخلوي.

الجزيئات العضوية

- الجزيئات العضوية أكثر تعقيداً من الجزيئات غير العضوية.
- تعتبر ذرة الكربون المكون الأساسي في تركيب جميع الجزيئات العضوية.
- تمتاز ذرة الكربون بقابليتها على تكوين **روابط تساهمية** مع ذرات الكربون الأخرى مكونة ما يعرف بالهياكل الكربونية (Carbon skeletons) التي تكون في شكل سلسلة أو متفرعة أو حلقية.



شكل (2-9): أشكال الهياكل الكربونية التي تتخذها ذرات الكربون.

الجزيئات العضوية

١- الكربوهيدرات (السكريات): Carbohydrates

- مركبات عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين.
- تعتبر الكربوهيدرات **المصدر الرئيسي للطاقة** الذي يحتاجها الكائن الحي.
- يوجد الهيدروجين والأكسجين فيها بنفس نسبة وجودهما في الماء.
- الكربوهيدرات مكون أساسي لبعض أجزاء الخلية مثل السليولوز والأحماض النووية.
- هناك **ثلاثة أنواع** من الكربوهيدرات الموجودة في الكائنات الحية:

أ- السكريات الاحادية (Monosaccharides)

ب- السكريات الثنائية (Disaccharides)

ج- السكريات المتعددة (Polysaccharides)

تتكون السكريات الثنائية والمتعددة من وحدتين أو أكثر من السكريات الأحادية مرتبطة مع بعضها **بروابط جليكوسيدية** (Glycosidic bonds).

الجزيئات العضوية

٢- الدهون (الليبيدات): (Lipids)

- مركبات عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين.
- لا تذوب في الماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الكحول.
- تتكون نتيجة ارتباط الجليسرول مع الأحماض الدهنية بروابط أستيرية (Ester bonds).

ارتباط الأحماض الدهنية والجليسرول بروابط استيرية لتكوين الدهون

- هناك **ثلاثة أنواع** من الدهون التي تدخل في تكوين أجسام الكائنات الحية:

أ- الدهون الحقيقية :(True Fats): تشمل الدهون الحيوانية والزيوت النباتية.

- تتكون نتيجة ارتباط جزيء واحد من الجليسرول وثلاث جزيئات من الأحماض الدهنية.

ب- الدهون الفسفورية (Phospholipids): تشبه الدهون الحقيقية إلا أن أحد الأحماض الدهنية يحل محله مركب فسفوري.

- توجد في جميع الخلايا كمكون أساسي من مكونات غشاء الخلية.

ج- الاستيرويدات (Steroids): هي مركبات دهنية حلقية معقدة وتشمل فيتامين د والكوليسترول والهرمونات الجنسية وهرمونات الغدة الكظرية في الفقاريات.

أهمية الدهون للكائن الحي:

- أحد المكونات الأساسية لغشاء الخلية والأنسجة الدهنية.
- تعتبر من المصادر الجيدة للطاقة بالجسم بعد الكربوهيدرات.
- بعضها يدخل في تركيب الهرمونات.
- تعمل الدهون كعازل للحرارة وممتص للصدمات.

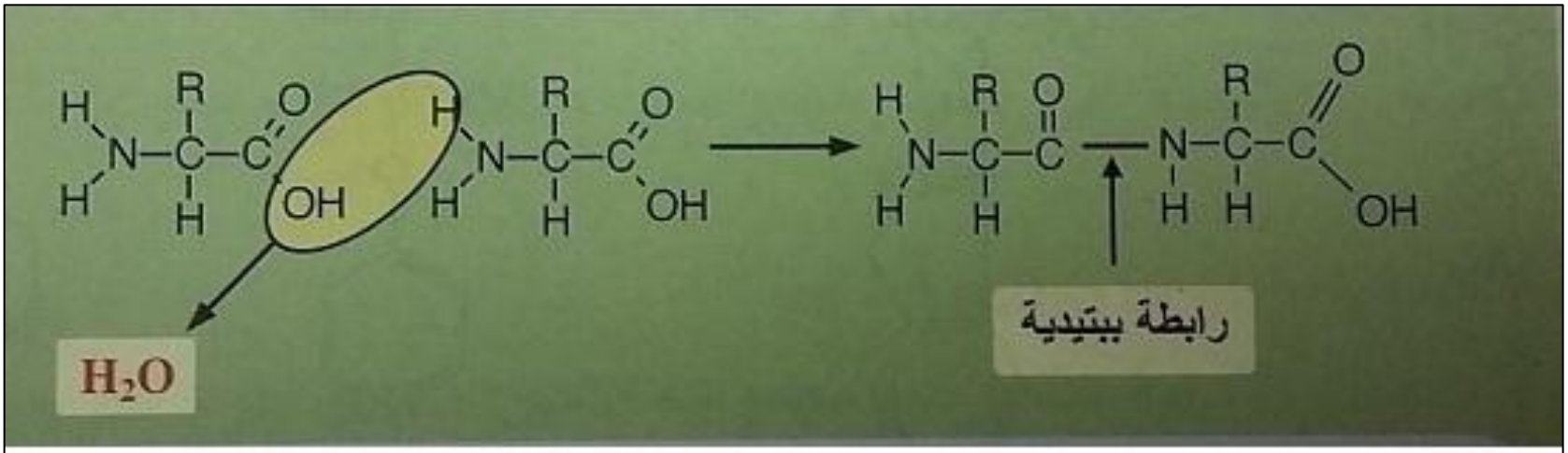
الجزيئات العضوية

٣- البروتينات: (Proteins)

- مركبات عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين **والنيتروجين** وبعضها تحتوى زيادة على ذلك عناصر الكبريت والفسفور والحديد.
- **أكثر الجزيئات شيوعا** في جسم الكائن الحي بعد الماء.
- أعقد المركبات العضوية الموجودة في الخلية.
- تتكون من أحماض أمينية مرتبطة مع بعضها بروابط ببتيدية (Peptide bonds).

أهمية البروتينات للكائن الحي:

- أحد المكونات الأساسية لغشاء الخلية والعضلات والأربطة والأنسجة الضامة.
- تدخل في تركيب الانزيمات والهرمونات.
- مكون أساسي من مكونات المادة الوراثية (الكروموسومات) بالخلية.
- تدخل في تركيب الهيموجلوبين وبلازما الدم.



ارتباط الأحماض الأمينية برابطة ببتيدية لتكوين البروتين

- تنقسم البروتينات بناءاً على **التركيب** إلى قسمين هما:

١. **البروتينات الليفية:** (Fibrous proteins) تظهر هذه البروتينات على شكل ألياف قوية لا تذوب في الماء مثل بروتين الشعر والأظافر والقرون والريش والكيراتين والكولاجين.

٢. **البروتينات الحبيبية أو الكروية:** (Globular proteins) وهذا النوع من البروتينات يكون ذو شكل حبيبي أو كروي وأغلب هذه البروتينات يذوب في الماء ومعظم الإنزيمات عبارة عن بروتينات كروية.

• كما يمكن تصنيف البروتينات من **الناحية الوظيفية** إلى الأنواع التالية:

١. **بروتينات تركيبية:** (Structural proteins) هي البروتينات التي تدخل في تركيب الخلايا أو جسم الكائن الحي بشكل عام مثل بروتينات الشعر والأظافر والكولاجين.

٢. **بروتينات أيضية:** (Metabolic proteins) هي المسئولة عن عمليات الأيض (التمثيل الغذائي) داخل الخلايا (بنوعيه البنائي و الهدمي) مثل الإنزيمات التي تعمل على حفز التفاعلات خلال عمليات الأيض.

٣. **بروتينات تنظيمية:** (Regulatory proteins) تقوم بتنظيم جميع العمليات التي تحدث داخل الخلية، مثل تنظيم عملية الضغط الاسموزي، أو تنظيم عمل المادة الوراثية.

٤. **بروتينات النقل:** (Transport proteins) هي المسئولة عن نقل المواد من وإلى الخلية، ومنها البروتينات التي تقوم بنقل المواد عبر غشاء الخلية.

٥- بروتينات التخزين: (Storage proteins) هذه البروتينات تساهم في عملية تخزين بعض المركبات مثل بروتين الكازين الذي يعمل عل تخزين الحديد في الحليب.

٦- بروتينات الانقباض: (Contraction proteins) وتعرف ببروتينات العضلات مثل بروتين الأكتين والميوسين اللذان يعملان على انقباض العضلات.

٧- بروتينات دفاعية: (Defense proteins) هي المسئولة عن مهاجمة الأجسام الغريبة التي تدخل الجسم أو الخلية، ومن أمثلتها البروتينات المناعية (الأجسام المضادة).

٨- بروتينات التعرف: (Recognition proteins) تقوم هذه البروتينات بالتعرف على المواد المرغوبة أو غير المرغوبة التي تحيط بالخلايا، وعادة ما توجد على سطح غشاء الخلية.

الجزيئات العضوية

٤- الأحماض النووية: (Nucleic acids)

- هي مركبات عضوية كبيرة وتعتبر من المركبات الأساسية التي تدخل في تكوين جسم الكائن الحي.
- سميت بالأحماض النووية لوجودها بكثرة في نواة الخلية.
- توجد في نواة الخلايا حقيقية النواة أو في سيتوبلازم الخلايا أولية النواة.
- وحدة تركيب الأحماض النووية هي **النيوكليوتيدة**.
- تتكون النيوكليوتيدات من سكر خماسي وقاعدة نيتروجينية ومجموعة فوسفات.
- توجد بها ٤ أنواع من القواعد النيتروجينية ترتبط بواسطة **روابط هيدروجينية**.

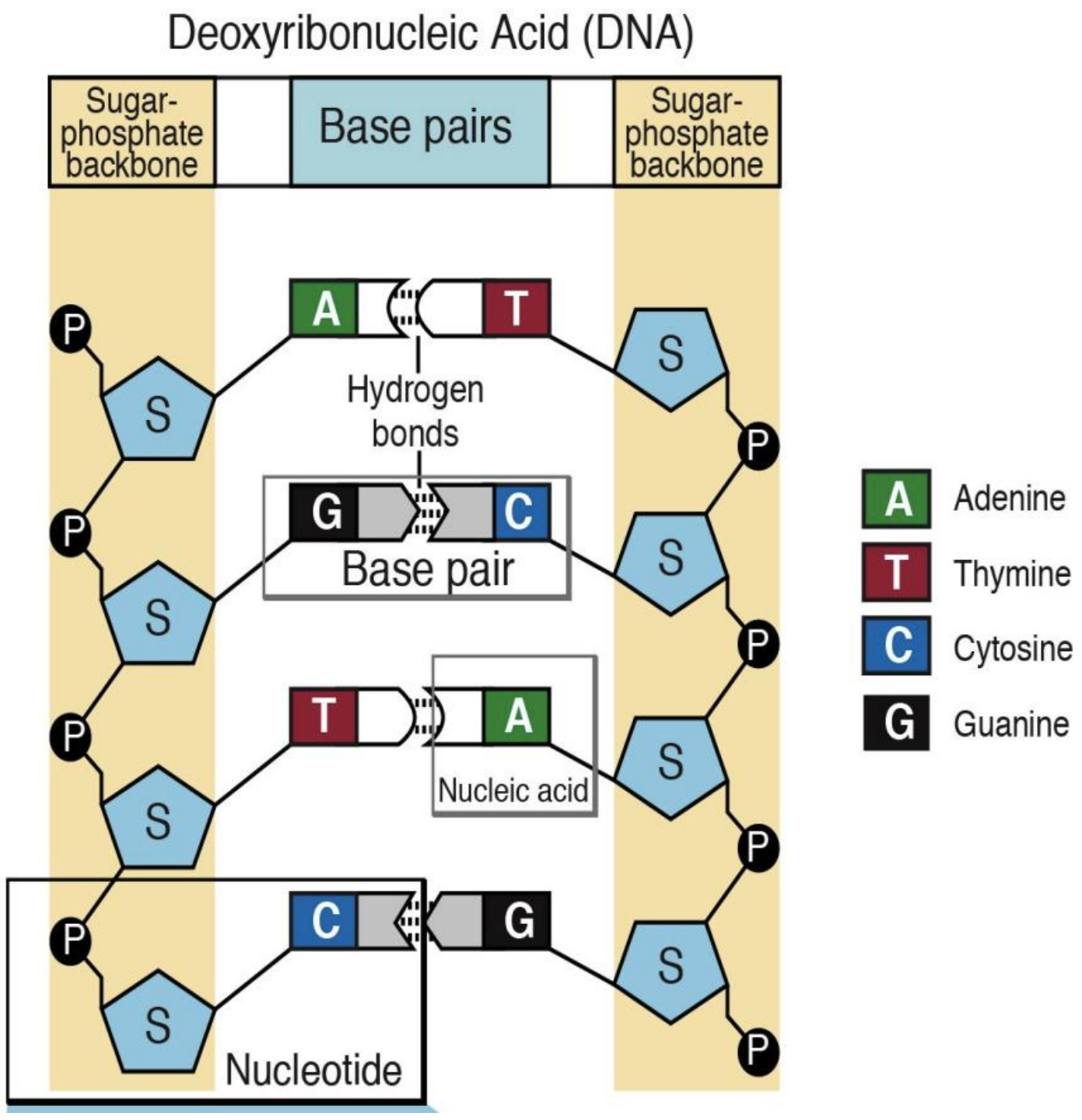
- هناك **نوعان** من الأحماض النووية:

١- حامض الديوكسى رايبونيوكلييك :Deoxyribonucleic acid (DNA)

- من المكونات الأساسية للكروموسومات وهو يمثل المادة الوراثية لمعظم الكائنات الحية.
- هو المادة الموجهة لعمليات انتقال الصفات الوراثية من الآباء للذرية.
- أنواع القواعد النيتروجينية به هي :الأدينين– الجوانين– السايتوسين– **الثايمين**.

٢- <u>حامض الرايبونيوكلييك (RNA)</u>: Ribonucleic acid

- يوجد في الخلايا الحية كما يمثل المادة الوراثية لبعض الفيروسات.
- يوجد منه **ثلاثة أنواع** وجميعها تساعد ال DNA في القيام بوظيفته وهي:
  - **١- حامض الرايبونيوكلييك المرسال** mRNA
  - **٢- حامض الرايبونيوكلييك الناقل** tRNA
  - **٣- حامض الرايبونيوكلييك الريبوسومي** rRNA
- أنواع القواعد النيتروجينية به هي :الأدينين– الجوانين– السايتوسين – **اليوراسيل**.

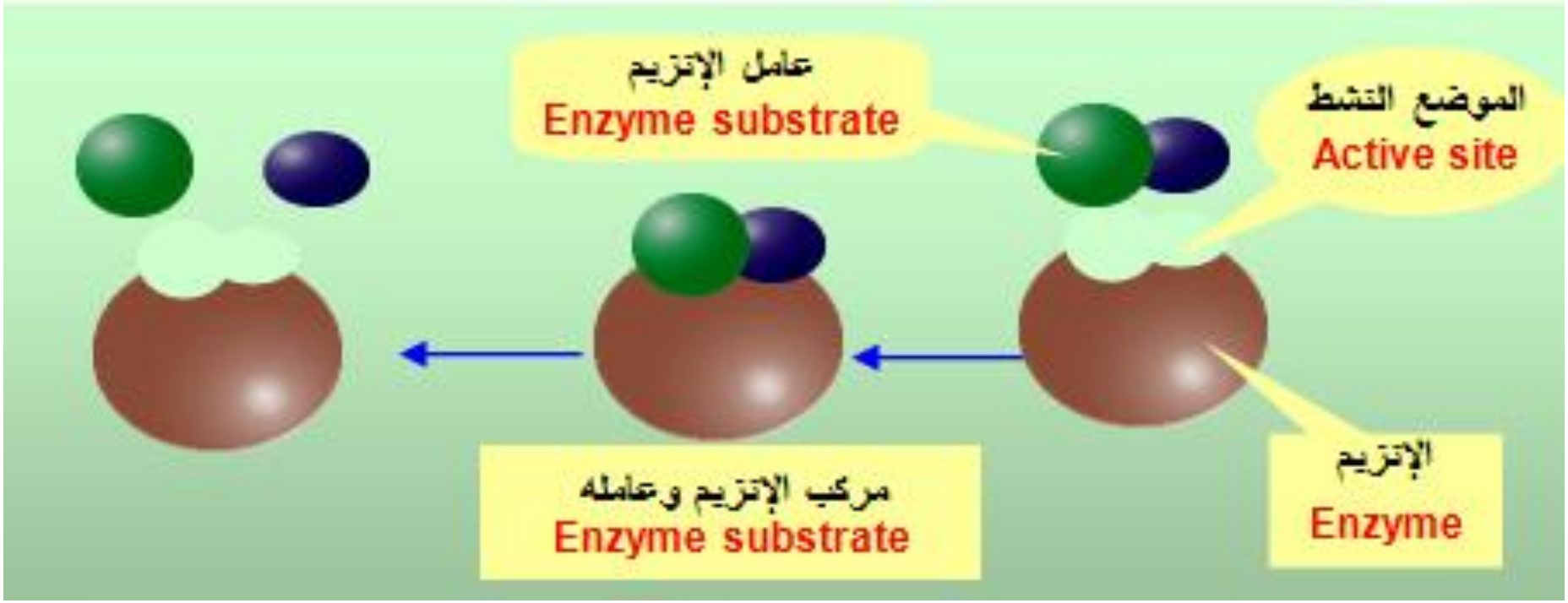

Deoxyribonucleic Acid (DNA)
Sugar-phosphate backbone
Base pairs
Sugar-phosphate backbone
A
T
Hydrogen bonds
G
C
Base pair
T
A
Nucleic acid
C
G
Nucleotide
P
S
Adenine
Thymine
Cytosine
Guanine

مقارنة بين نوعي الأحماض النووية

موضوع المقارنة	DNA	RNA
مكان تواجده بالخلية	النواة	النواة والسيتوبلازم
الوظيفة	يمثل المادة الوراثية ومكون للكروموسومات	يساعد ال DNA في القيام بوظيفته
أنواعه	ليس له أنواع	المرسال والناقل والريبوسومي
السكر الخماسي	سكر الديوكسى رايبوز	سكر الرايبوز
القواعد النيتروجينية	الأدينين– الجوانين– السايتوسين– الثايمين	الأدينين– الجوانين – السايتوسين– اليوراسيل
الشكل	سلسلتين في شكل حلزون ثنائي من متعدد النيوكليوتيدات	خيط واحد من متعدد النيوكليوتيدات

٥- <u>الإنزيمات</u>: (Enzymes)

- هي عوامل مساعدة بيولوجية Biological Catalyst في التفاعلات الكيميائية داخل اجسام الكائنات الحية.
- التركيب: هي بروتينات نشطة معظمها من النوع الحبيبي وبعضها ليفي.
- طبيعة سطح الإنزيمات يجعله قابل للتداخل مع الجزيئات المتفاعلة بحيث تثبت على سطح الإنزيم، ومكان اتصال الجزيئات المتفاعلة مع الإنزيم يسمى **بالموضع النشط**.
- الإنزيم يكون دائما عالي التخصص ويعني ذلك تخصص الإنزيم في نوع معين من الجزيئات كمواد متفاعلة، هذه الجزيئات تسمى **"عامل الإنزيم"**.


عامل الإنزيم
Enzyme substrate
الموضع النشط
Active site
مركب الإنزيم وعامله
Enzyme substrate
الإنزيم
Enzyme

تثبيط (ايقاف) عمل الإنزيم:

في بعض الأحيان يتوقف الإنزيم عن أداء عمله نتيجة إلى:

- ارتباطه مع مادة مثبطة.
- درجات الحرارة المرتفعة.
- التأثر بالمواد الحمضية والقاعدية وكلها عوامل تساعد على تغير الشكل العام للبروتينات.
- بعض الإنزيمات لا تعمل إلا في وجود جزئيات خاصة متحدة معها تسمى مرافق الإنزيم (coenzymes) والمرافق الانزيمي قد يكون احد الأيونات المعدنية البسيطة أو جزئيات عضوية معقدة، وفي جميع الأحوال هي مواد غير بروتينية.